



This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0003667
Application Number

출원년월일 : 2003년 01월 20일
Date of Application JAN 20, 2003

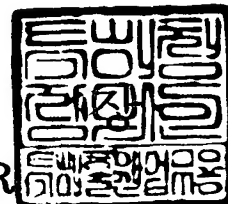
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 02 월 07 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0005
【제출일자】	2003.01.20
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	M E M S 를 이용한 광 스위치
【발명의 영문명칭】	Optical switch using Micro ElectroMechanical System
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2003-003436-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	윤용섭
【성명의 영문표기】	Y00N, Yong Seop
【주민등록번호】	670715-1411439
【우편번호】	137-030
【주소】	서울특별시 서초구 잠원동 동아아파트 102동 504호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최형
【성명의 영문표기】	CH01, Hyung
【주민등록번호】	611024-1002511
【우편번호】	463-050

【주소】 경기도 성남시 분당구 서현동 시범단지한신아파트 125동 603호
【국적】 KR
【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 이영필 (인) 대리인
 이해영 (인)
【수수료】
【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 5 면 5,000 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 7 항 333,000 원
【합계】 367,000 원
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

2x2 광스위치에 관해 개시된다. 개시된 광 스위치는 기판에 나란한 회전축을 중심으로 회전 운동하는 미러와 미러를 중심으로 직교하는 제 1, 2 광경로 상에 위치하는 광 파이버를 구비한다. 본 발명의 광 스위치는 미러가 90 도 회전 구동이 가능하며 이의 구동을 통하여 광 경로를 조절하게 된다. 미러의 두께는 금속막의 증착시 결정되는데 수 백 Å 수준까지 증착이 가능하므로 그 두께를 대폭 감소시킬 수 있게 된다. 이러한 두께의 감소는 전술한 종래 광 스위치에서의 오프셋에 의한 광 손실을 거의 제거할 수 있음을 의미한다. 또한 증착된 금속 자체를 미러로서 사용되기 때문에 종래와 같은 미러의 거칠기에 의해 광손실도 크게 감소시킬 수 있다.

【대표도】

도 4

【색인어】

광, 스위치, 회전 구동

【명세서】**【발명의 명칭】**

MEMS를 이용한 광 스위치{Optical switch using Micro ElectroMechanical System}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 거울면이 기판에 수직인 방향으로 배치되는 종래 광 스위치의 일례를 보이는 현미경 사진이다.

도 2 내지 도 4는 도 1에 도시된 바와 같은 종래 광 스위치에 의한 광 경로 변경을 도식적으로 설명하는 도면이다.

도 5는 본 발명에 따른 광 스위치의 개략적 평면도이다.

도 6은 본 발명에 따른 광 스위치에 적용되는 미러 및 미러 구동용 액츄에이터의 발체 사시도이다.

도 7은 도 6에 도시된 미러 액츄에이터의 개략적 단면도이다.

도 8은 도 7의 I-I 선 단면도이다.

도 9a는 도 5에 도시된 본 발명에 따른 광 스위치에서 광 파이버를 고정하는 트랜치의 단면도이다.

도 9b는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 것으로서 본 발명에 따른 광 스위치에서 광 파이버를 고정하는 트랜치의 개구부에 형성되는 스프링의 한 실시예를 도시하는 발체 평면도이다.

도 10은 본 발명에 따른 광 스위치에 있어서, 트랜치에 광 파이버를 삽입하는 상태를 보이는 개략적 단면도이다.

도 11a 및 도 11b는 본 발명에 따른 광 스위치의 동작을 설명하는 도면이다.

도 12 내지 도 16은 본 발명에 따른 광 스위치의 제조방법의 일례를 도시하는 공정도이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<12> 본 발명은 MEMS(micro electromechanical system)를 이용한 광 스위치에 관한 것으로서, 상세히는 회전형 2×2 광 스위치에 관한 것이다.

<13> 미국특허 6,303,885; 6,315,462 및 6,229,640 호 등은 다양한 광 응용분야에 사용되는 2×2 광 스위치에 관련된 기술을 개시한다. 미국특허 6,303,885 및 6,315,462에 개시된 광 스위치는 정전 콤 드라이브(electro-static comb drive)에 의해 미러가 구동되며 6,303,885에 개시된 광 스위치는 스프링 암에 의해 미러가 구동되는 구조를 가진다. 이들 광 스위치의 공통적인 구조는 미러가 액츄에이터에 의해 기판 평면에 나란한 방향으로 왕복 운동한다는 점이다.

<14> 도 1은 두 개 입력과 두 개의 출력을 가지는 종래의 2×2 콤 구동 광 스위치의 한 예를 보이는 현미경 사진이며, 도 2는 도 1에 도시된 종래 스위치의 동작을 설명하기 위하여 도 1에서 점선으로 표시된 부분의 평면도이다.

- <15> 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 중심점(p)를 중앙으로 두 개의 광 입력 파이버(2a, 2b) 및 두 개의 광 출력 파이버(3a, 3b)가 90 도의 각도 간격을 배치되어 있고, 그리고 상기 파이버(2a, 2b, 3a, 3b)들의 중심점(p)에 미러(1)가 위치한다.
- <16> 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 미러(1)가 중심점(p)에 위치하지 않고 그 바깥쪽에 벗어나 있을 때, 상기 각 입력 파이버(2a, 2b)를 통해 입사하는 광신호들은 반사됨이 없이 각 입력 파이버(2a, 2b)와 동축상에 마련되는 대응 출력 파이버(3a, 3b)로 진행된다.
- <17> 그리고 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 미러(1)가 중심점(p)에 위치할 때에, 제1입력 파이버(2a)로부터 입사한 광 신호가 미러(1)의 일면에서 반사되어 제2출력 파이버(3b)로 진행하고, 제2입력파이버(2b)를 통해 입사한 광신호는 미러(1)의 타면에서 반사되어 제1출력 파이버(3a)로 진행한다.
- <18> 이때에 도 4에 도시된 바와 같이 광신호가 미러에 의해 반사될 때에 중심점을 벗어난 위치에서 반사되게 됨으로써 반사된 광신호가 목적하는 파이버의 중심으로 진행하지 못하는 결과가 발생된다. 이는 미러의 두께에 의해 발생하는 광진행 경로의 오프셋에 의해 발생하는 것이다.
- <19> 이러한 오프셋에 의해 광 손실이 발생하는데 두께가 크면 클수록 오프셋 량이 커지고 따라서 광의 손실도 증가한다. 따라서, 미러에 의해 광경로가 전환되었을 때의 광진행 경로의 오프셋을 줄이기 위해서는 미러의 두께를 최대한 줄이는 것이 필요하다. 그러나, 전술한 바와 같은 콤팩트 드라이브 광 스위치는 미러가 기판의 평면에 대해 나란한 방향으로 진행하고, 그리고 이 미러의 반사면이 기판의 평면에 수직이기 때문에 미러의 두께

감소에 한계가 있다. 특히 미러를 형성하기 위하여 실리콘을 플라즈마 공정을 이용하여 수직으로 깎아낸 후 그 면에 반사율이 높은 금속을 다시 증착하기 때문에 거울면의 두께를 감소시키기가 어렵고 또한 거칠게 가공된 수직의 식각면이 반사면으로 이용되기 때문에 광반사시 공 손실을 크게 발생시킨다.

<20> 또한 상기와 같은 구조물을 얻기 위하여 일반적인 웨이퍼가 아닌 고가의 SOI 웨이퍼를 사용하기 때문에 제작비용이 높은 단점도이다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<21> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하기 위한 것으로서, 미러의 두께 감소에 의해 광진행경로의 오프셋을 감소시킬 수 있는 광스위치를 제공함에 그 목적이 있다.

<22> 본 발명은 광손실이 적고 제작비용이 저렴한 광 스위치를 제공함에 그 다른 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<23> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따르면,

<24> 기판;

<25> 임의 중심점을 통과하는 상기 기판 상의 제1광경로 상에서, 상기 중심점의 양쪽에 소정 간격을 두고 위치하는 제1입력파이버 및 제1출력파이버;

<26> 상기 임의 중심점을 통과하며 상기 제1광경로에 직교하는 제2광경로 상에서, 상기 중심점의 양쪽에 소정 간격을 두고 마련되는 제2입력파이버 및 제2출력파이버;

<27> 상기 중심점 부근에 위치하며, 기판에 나란한 방향으로 연장되는 회전축을 중심으로 운동하는 회전형 미러;

- <28> 상기 미러의 시이소 운동을 지지하는 토션바; 그리고
- <29> 상기 미러에 구동력을 제공하는 정전기력 발생부;를 구비하는 광 스위치가 제공된
다.
- <30> 상기 본 발명의 광 스위치에 있어서,
- <31> 상기 기판에 상기 광 파이버가 설치되는 파이버 고정용 트랜치가 상기 제1, 제2광경
로를 따라 형성되어 있는 것이 바람직하다.
- <32> 상기 미러는 기판에 나란하게 제1위치와 기판에 수직인 제2위치를 가지며, 미러는
상기 정전기력 발생부에 의해 제1위치에서 제2위치로 회전되는 것이 바람직하다.
- <33> 이하 첨부된 도면을 참조하면서, 본 발명에 따른 광 스위치의 바람직한 실시예를
상세히 설명한다.
- <34> 도 5에 도시된 바와 같이 중심점(p)을 중앙으로 두 개의 광 입력 파이버(20a, 20b)
및 두 개의 광 출력 파이버(30a, 30b)가 90 도의 각도 간격을 배치되어 있고, 그리고 상
기 중심점(p)에 본 발명의 특징에 따른 회전 구동형 미러(10)가 위치한다. 상기 파이버
(20a, 20b, 30a, 30b) 들은 일반적인 광 스위치에서와 같이 기판(40)에 형성된 트랜치
(41) 내에 삽입되어 있다. 상기 트랜치(41)들은 상기 중심점(p)을 중심으로 90 도 각도
간격으로 배열되어 있다. 상기 중심점(p)에 위치하는 미러(10)는 도 6에 도시된 바와 같
이 기판(11) 상에 형성되는 양 포스트(42, 42)에 고정되며 기판(40)의 평면 방향으로 연
장되는 토션바(43, 43)에 의해 지지되어 있다. 상기 토션바(43, 43)는 상기 미러(10)가
기판(40)에 대해 나란하게 위치되도록 지지하면, 정전기력에 의해 미러(10)가 회전되면
미러(10)의 복원력을 제공한다. 이러한 토션바(43, 43)는 상기 광 파이버들에 대해 45도

각도 기울어진 회전축(X - X) 방향으로 연장된다. 상기 미러(10)의 하부에는 미러(10)가 정전기력에 의해 회전되었을 때, 미러(10)의 일측 부분이 접촉되는 수직벽(44)을 가지는 사각 우물(45)이 형성되어 있다.

<35> 상기 우물(45)과 미러(10)의 단면도를 보이는 도 7을 참조하면, 상기 수직벽(44)에는 상기 미러(10)에 대응하는 고정 전극(46)이 형성되어 있다. 상기 고정전극(46)은 상기 우물(45)의 바닥에 까지 연장되어 있으며, 그 위에는 상기 미러와 고정전극(46)의 직접적인 접촉을 방지하기 위한 유전체 또는 절연층(47)이 형성되어 있다. 상기 미러(10)는 도전물질 예를 들어 금속박막으로 형성되는 것으로서 그 자체의 양면에 반사면을 가짐으로써 기관(40)에 나란한 "A" 상태에서는 빔을 그대로 통과시켜 상호 마주 보는 동축상의 파이버들을 광학적으로 상호 연결해주며, 기관(40)에 수직인 "B" 상태가 되면 입사하는 빔을 반사시켜 빔의 진행 경로를 변경하게 된다. 한편, 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 상기 미러(10)의 저면에서 우물의 반대편에는 미러(10)에 대응하면 미러와 동전위를 유지하는 대전 방지 전극(48)이 형성되어 있다. 이것은 상기 포스트(42)를 중심으로 상기 우물의 반대편에 미러(10)에 대한 정전기 발생을 방지하여 우물쪽에서만 정전기력에 의한 인력이 발생되도록 하기 위한 것이다.

<36> 도 8은 도 5의 I - I 선 단면도이다. 도 8을 참조하면, 상기 미러(10)가 형

성되는 중앙영역의 주위에 절연층(49)이 형성되어 있고, 절연층(49)의 상면에는 금속층(50)이 형성되어 있다. 상기 금속층(50)은 상기 미러(10)와 같은 물질로 동시에 형성되는 것으로서 제조과정 중 패터닝에 의해 분리된 요소이다. 그리고 상기 절연층(49)은 상기 미러(10) 및 이를 지지하는 포스트(42)를 형성하기 위한 희생층으로서 미러(10) 형성을 위한 금속박막의 형성층으로 기여하며 미러(10)를 완성한 후 국부적으로 제거되는 물질층이다.

<37> 도 9a는 상기 광 파이버(20a, 20b)(30a, 30b)들이 고정되는 트랜치(41)의 내부 구조를 보인 단면도이다. 도 9을 참조하면, 전술한 절연층(49)과 그 하부의 기판(10) 일부가 식각되어 광 파이버(20a, 20b)(30a, 30b)가 삽입 고정되는 트랜치(41)가 마련된다. 트랜치(41)의 개구부는 상기 금속층(50)에 의해 좁혀 있으며, 이때에 금속층(50)에 의한 스프링(51)은 트랜치(41) 내로 진입한 광 파이버(20a, 20b)(30a, 30b)의 이탈을 억제한다. 도 9b를 참조하면 상기 스프링(51)은 빗살형태로 형성되어 보다 유연한 형태로 형성될 수 있다. 도 10에 도시된 바와 같이 상기 스프링(51)은 광 파이버(20a, 20b)(30a, 30b)가 진입할 때에는 탄력적으로 변형되어 광 파이버(20a, 20b)(30a, 30b)의 진입을 허용하며 한다. 그리고 트랜치(41) 내부에서 기판(10)의 표면에 형성된 채널(41a)은 광 파이버(20a, 20b)(30a, 30b)의 직경보다 좁은 폭으로 형성되어 있어서 광 파이버(20a, 20b)(30a, 30b)를 지지함과 아울러 광 파이버(20a, 20b)(30a, 30b)의 위치를 결정한다.

<38> 도 11a와 도 11b는 상기 회전 구동형 미러(10)에 의한 광 스위칭 상태를 설명하는 도면이다. 도 11a는 정전기력이 미러(10)에 인가되지 않은 "A" 상태, 즉 미러(10)가 기판(40)에 대해 평행한 상태를 도시한다. 이 상태에서는 광 입력 파이버(20a, 20b)로부터

입사한 빔이 동축 상의 대응 광 출력 파이버(30a, 30b)로 각각 입사하게 된다. 도 11은 정전기력이 미러에 인가된 "B" 상태, 즉 미러(10)가 정전기력에 의해 기판(40)에 대해 수직으로 세워진 상태를 도시한다. 이 상태에서는 광 입력 파이버(20a, 20b)로 부터 입사한 빔이 반사되어 비동축상의 대응 광 출력 파이버(30b, 30a)로 각각 입사하게 된다.

<39> 상기와 같은 본 발명의 광 스위치는 회전 구동형의 정전 액츄에이터와 광 화이버가 하나로 결합된 2x2 광 스위치로서 상기와 같은 스프링이 마련된 트랜치 구조에 의해 미러와 화이버가 정렬되는 구조를 가진다.

<40> 이하, 상기와 같은 구조의 본 발명에 따른 광 스위치의 제조공정을 도 12a, 12b내지 15a, 15b를 참조하면서 간단히 설명한다. 이하에서 설명되는 공정은 잘 알려진 MEMS 공정에 준하는 것으로서 세부 구조물을 얻기 위한 공정에 대해서는 깊이 설명되지 않는다. 각 도면에서 a는 미러 및 이 하부의 우물에 대응하는 단면도이며, b는 트랜치에 대응하는 부분이다.

<41> 도 12의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 실리콘 웨이퍼 또는 글래스 기판(40)에 수직벽(44)을 가지는 우물(45) 및 파이버 고정을 위한 트랜치(41)의 하부를 이루는 채널(41a)을 형성한 후 금속막을 증착한 후 이를 패터닝하여 고정 전극(46), 대전 방지 전극(48) 등을 형성한다.

<42> 도 13의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 기판(40) 전체에 절연층(47)을 형성한다.

<43> 도 14의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 기판(40) 상에 절연물질로 된 필름(48)을 라미테이팅한다.

<44> 도 15의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 상기 필름(48) 위에 금속막(50)을 증착한 후 이를 패터닝하여 상기 우물(45)에 대응하는 미러(10) 및 상기 채널(41a)의 상방에 위치하는 스프링(51)을 형성한다.

<45> 도 16의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이 건식 식각공정 등에 의해 미러 및 화이버 지지 구조물을 완성한다.

【발명의 효과】

<46> 상기와 같은 방법에 의해 제조될 수 있는 본 발명의 광 스위치는 미러가 90 도 회전 구동이 가능하며 이의 구동을 통하여 광 경로를 조절하게 된다. 즉, 발명의 광 스위치는 복잡한 구조의 콤 드라이브 선형 액츄에이터를 적용하지 않고 단순 회전 구동형 액츄에이터에 의해 스위칭이 일어나도록 되어 있다. 여기에서 상기 미러의 두께는 금속막의 증착시 결정되는데 수 백 Å 수준까지 증착이 가능하므로 그 두께를 대폭 감소시킬 수 있게 된다. 이러한 두께의 감소는 전술한 종래 광 스위치에서의 오프셋에 의한 광 손실을 거의 제거할 수 있음을 의미한다. 또한 증착된 금속 자체를 미러로서 사용되기 때문에 종래와 같은 미러의 거칠기에 의해 광손실도 크게 감소시킬 수 있다.

<47> 이러한 본 발명의 광 스위치는 기존의 SOI 웨이퍼로부터 스위치를 제작하는 방법과 달리 일반적인 웨이퍼에 의해 제조될 수 있어서 평이한 단위 공정에 의해 제조될 수 있다. 따라서 제작비용이 크게 감소된다.

<48> 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실

시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는
첨부된 특허청구범위에 한해서 정해져야 할 것이다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

기판;

임의 중심점을 통과하는 상기 기판 상의 제1광경로 상에서, 상기 중심점의 양쪽에 소정 간격을 두고 위치하는 제1입력파이버 및 제1출력파이버;

상기 임의 중심점을 통과하며 상기 제1광경로에 직교하는 제2광경로 상에서, 상기 중심점의 양쪽에 소정 간격을 두고 마련되는 제2입력파이버 및 제2출력파이버;

상기 중심점 부근에 위치하며, 기판에 나란한 방향으로 연장되는 회전축을 중심으로 운동하는 회전형 미러;

상기 미러의 시이소 운동을 지지하는 토션바; 그리고

상기 미러에 구동력을 제공하는 정전기력 발생부;를 구비하는 것을 특징으로 하는 광 스위치.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 기판에 상기 광 파이버가 설치되는 파이버 고정용 트랜치가 상기 제1, 제2광경로를 따라 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 광 스위치.

【청구항 3】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 미러는 기판에 나란하게 제1위치와 기판에 수직인 제2위치를 가지며, 미러는 상기 정전기력 발생부에 의해 제1위치에서 제2위치로 회전되는 것을 특징으로 하는 광 스위치.

【청구항 4】

제 2 항에 있어서, 상기 트렌치의 상부에 광파이버의 이탈을 방지하는 스프링이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 광 스위치.

【청구항 5】

제 4 항에 있어서,

상기 스프링은 상기 미러와 동일한 물질로 형성된 것을 특징으로 하는 광 스위치.

【청구항 6】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 미러의 하부에서 상기 회전축을 중심으로 상기 정전기력 발생부의 반대편에 상기 미러와 기판 사이의 대전을 방지하는 대전 방지 전극이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 광 스위치.

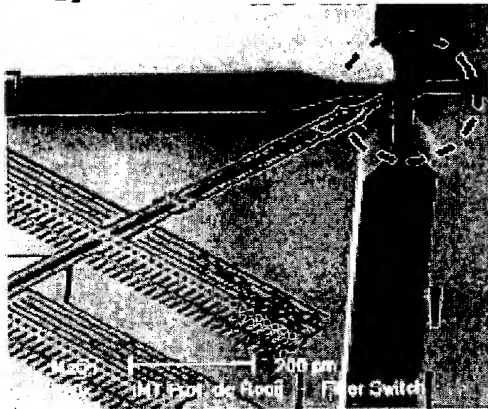
【청구항 7】

제 3 항에 있어서,

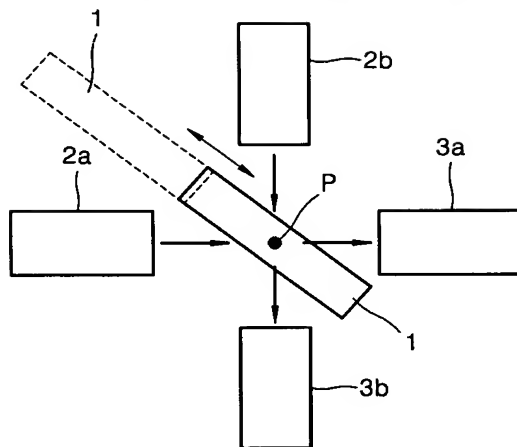
상기 미러의 하부에서 상기 회전축을 중심으로 상기 정전기력 발생부의 반대편에 상기 미러와 기판 사이의 대전을 방지하는 대전 방지 전극이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 광 스위치.

【도면】

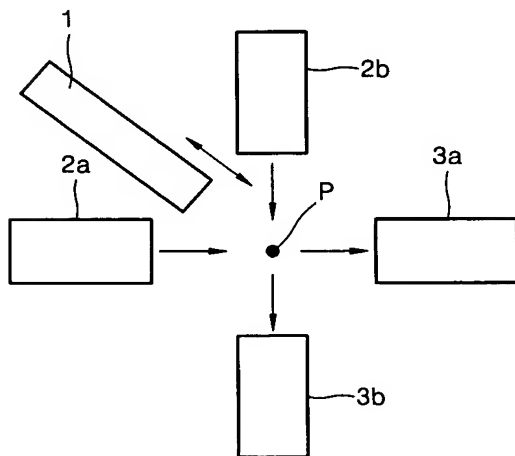
【도 1】



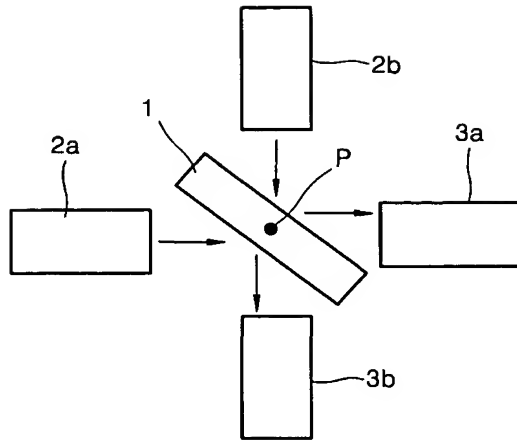
【도 2】



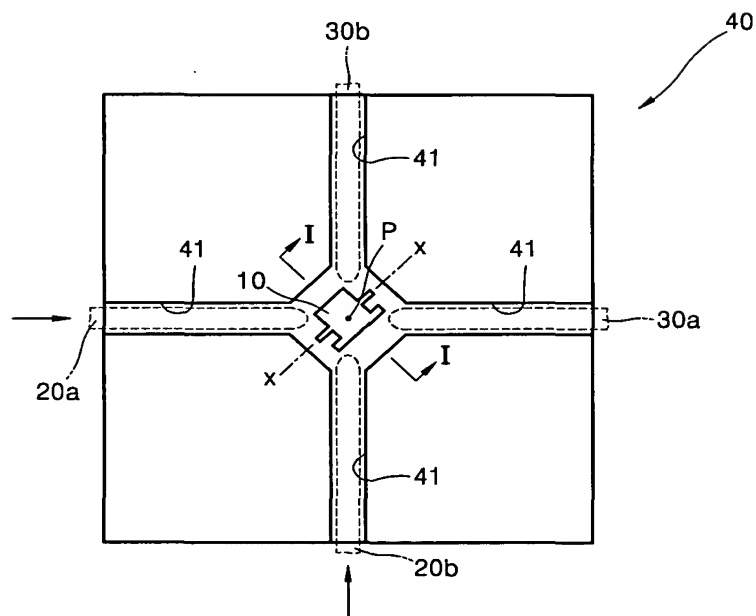
【도 3】



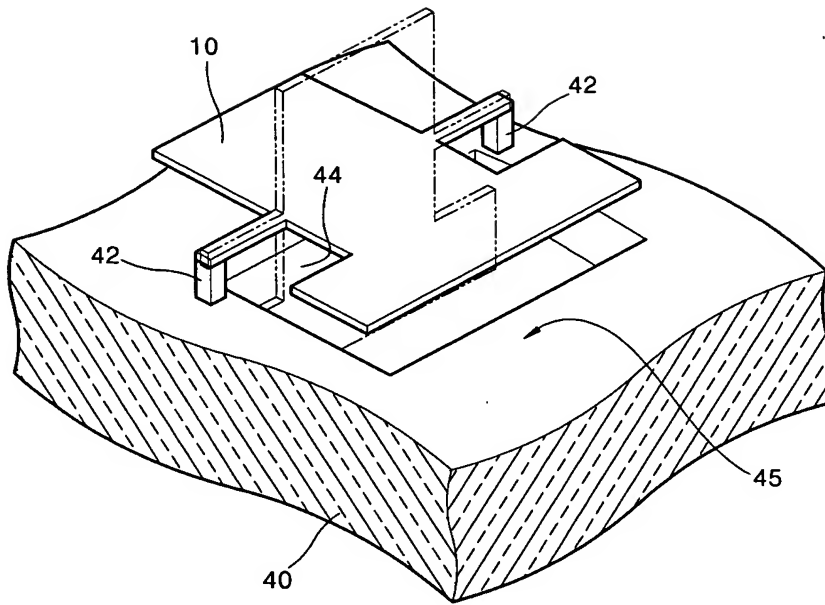
【도 4】



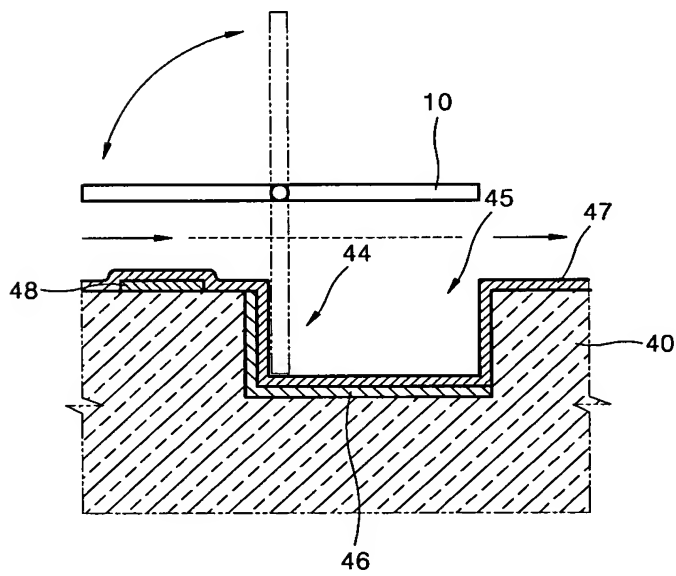
【도 5】



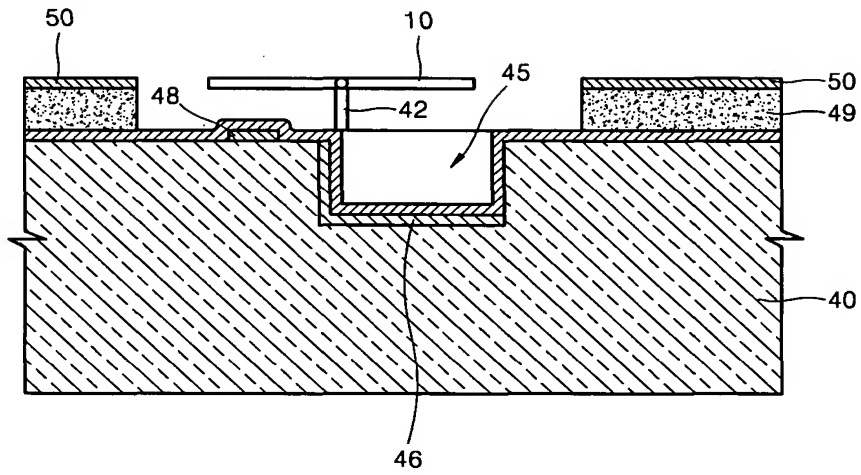
【도 6】



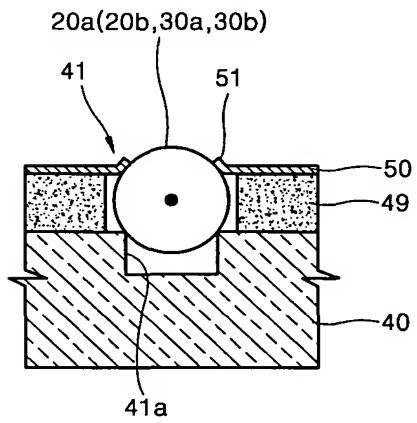
【도 7】



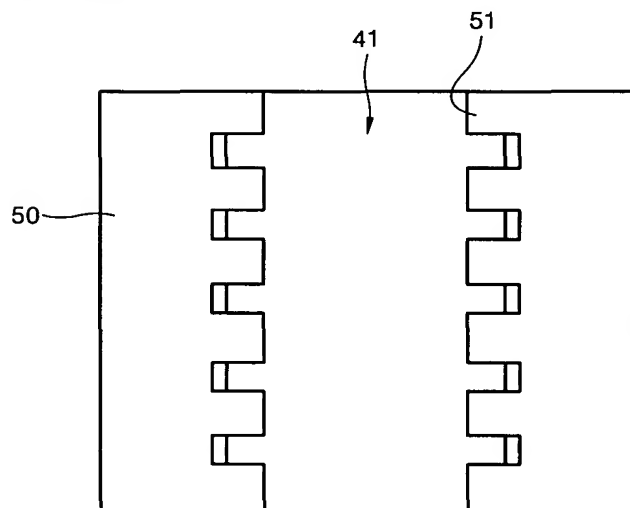
【도 8】



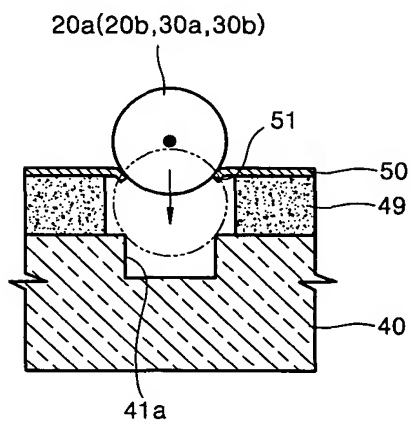
【도 9a】



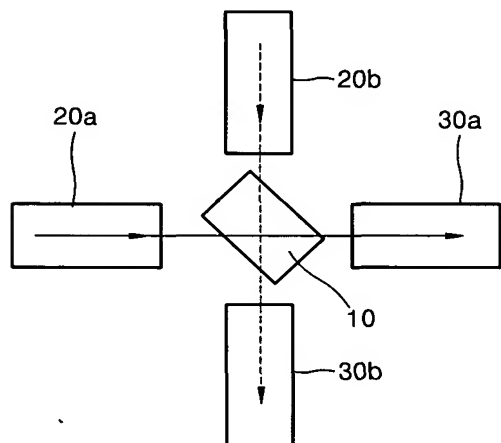
【도 9b】



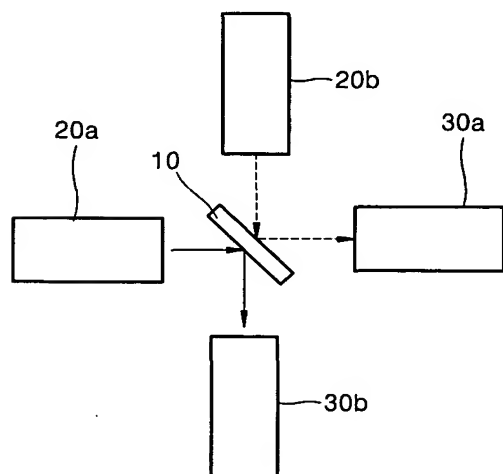
【도 10】



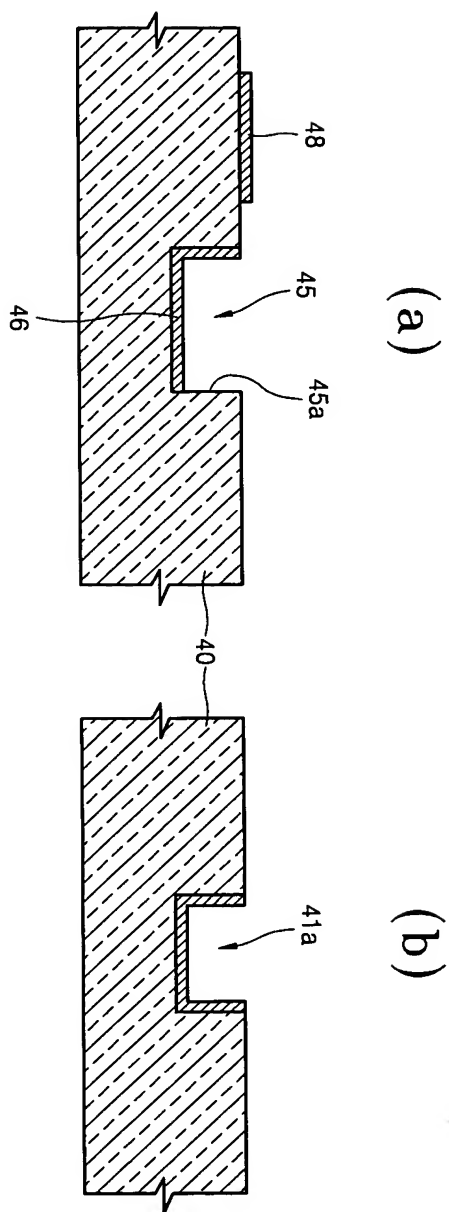
【도 11a】



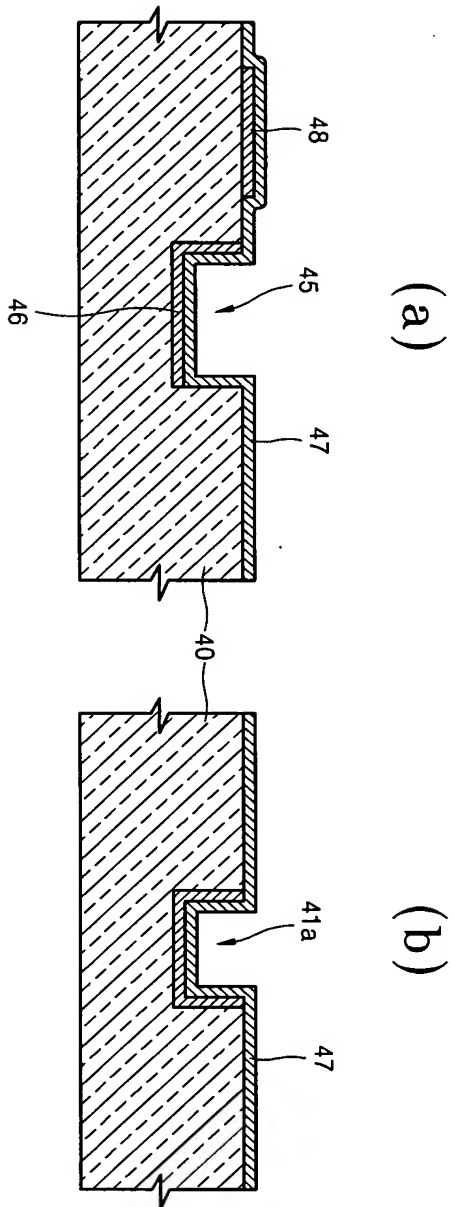
【도 11b】



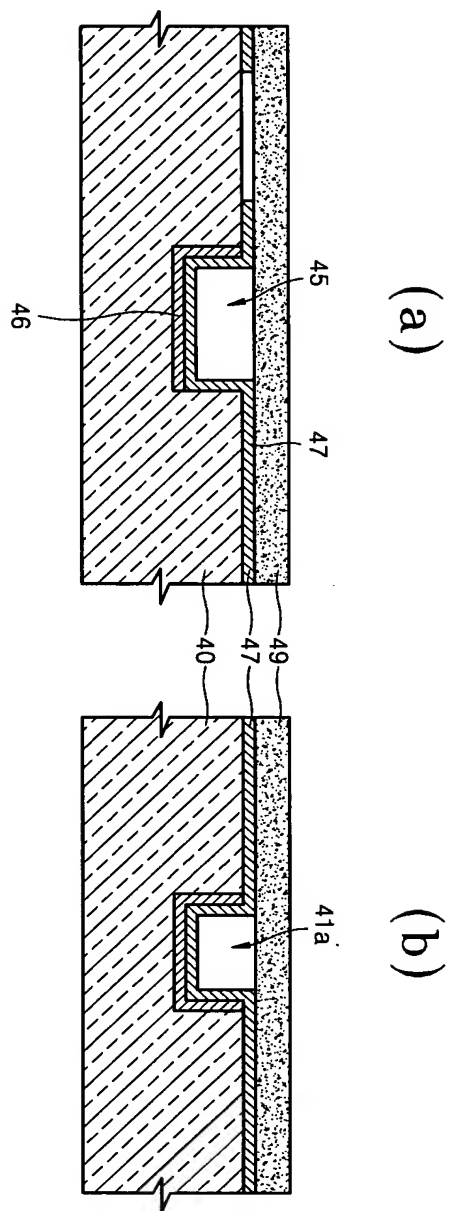
【도 12】



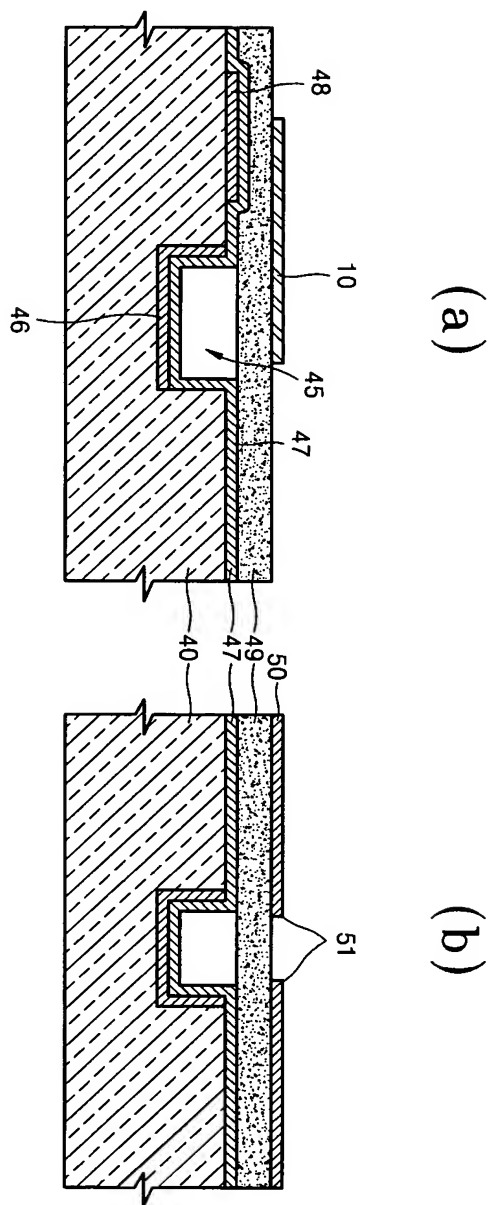
【도 13】



【도 14】



【도 15】



【도 16】

